

การจำแนกความสุก - แก่ของทุเรียนพันธุ์ “หมอนทอง” แบบไม่ทำลาย ด้วยสเปกโทรสโกปีช่วงแสงที่มองเห็นได้ที่เปลือก

*ประกิต ทิมขำ¹ และอนุพันธ์ เทอดวงศ์วรกุล²

¹สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน
59 ตำบลฝายแก้วอำเภอภูเพียงน่าน55000

²ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
ตำบลกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสนนครปฐม73140

ผู้เขียนติดต่อ: ประกิต ทิมขำ E-mail: prakit_ti@rmutl.ac.th

บทคัดย่อ

การเก็บเกี่ยวทุเรียนอ่อนทำให้เกิดปัญหาการส่งออกทุเรียน สีที่เปลือกผลเป็นดัชนีหนึ่งที่ใช้บ่งบอกความสุก-แก่ของทุเรียน งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ สร้างโมเดลจำแนกความสุก-แก่ของทุเรียนพันธุ์หมอนทองแบบไม่ต้องทำลายผลทุเรียนด้วยข้อมูล สเปกโทรสโกปีช่วงแสงที่มองเห็นได้ของเปลือกผลทุเรียนโดยวัดข้อมูลสเปกตรัมการดูดกลืนแสงที่เปลือกผลสำหรับทุเรียนที่มีอายุ หลังดอกบาน 5 ช่วงอายุตั้งแต่ 106 ถึง 134 วัน จากการวิเคราะห์ข้อมูลแบบจำแนกกลุ่ม(Discriminant analysis) พบว่า โมเดล สามารถคัดแยกทุเรียนออกเป็น 5 กลุ่มได้ถูกต้อง 83.3 %

คำสำคัญ: ทุเรียน; ความสุก-แก่; ช่วงแสงที่มองเห็นได้; เปลือก

1. บทนำ

ประเทศไทยถือว่าเป็นผู้นำในการปลูก และผลิต ทุเรียนที่มีคุณภาพสูงรายใหญ่ที่สุดในโลก สถิติการส่งออก ทุเรียนสดของประเทศไทยในปี 2555 มีประมาณ 326,097 ตัน คิดเป็นมูลค่าประมาณ 5,800 ล้านบาท [1] อย่างไรก็ตาม หลายปีที่ผ่านมา ผู้บริโภค และผู้ค้า ยังคงประสบปัญหาการ ส่งออกทุเรียนอ่อน ซึ่งอาจมีสาเหตุจากความผิดพลาดในการ คัดเลือก หรือการจงใจของคนคัดเลือก ดัชนีการเก็บเกี่ยวที่ ชาวสวนใช้ในการพิจารณาคัดเลือกความบริบูรณ์ของผล ทุเรียนคือ นับอายุวันหลังดอกบาน ดูสีและลักษณะทาง กายภาพ ที่ตำแหน่งต่างๆ ของผลทุเรียน โดยผลทุเรียนที่แก่ จัด สีที่ปลายหนามจะออกสีน้ำตาลเข้ม สีผลด้านบนจะมัน และแห้ง ร่องพูเป็นสีน้ำตาล ก้านผลแข็งเมื่อดึงจะติดกลับ ปากปลิงจะขยายออก เมื่อบีบปลายหนามเข้าหากันจะติด กลับคล้ายสปริง ร่องพูห่างมากขึ้น หรือเมื่อเคาะที่ผลจะมี เสียงโพรกและโปรง และมีน้ำหนักเนื้อแห้งขึ้นต่ำ 32

เปอร์เซ็นต์ [2] เทคนิคดังกล่าวนี้ต้องใช้ความชำนาญและ ประสบการณ์ของผู้คัดเลือก ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนใน การพิจารณาความบริบูรณ์ได้

เทคนิคต่างๆไม่สามารถวัดสมบัติของเนื้อทุเรียนได้ โดยตรงเนื่องจากเปลือกของทุเรียนมีความหนา ดังนั้นการวัด ที่อาศัยสมบัติของ เปลือก ก้าน หรือ หนาม จึงเป็นเทคนิคที่ สามารถทำได้ ซึ่งมีงานวิจัยที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่าง สมบัติของ หนาม เปลือก หรือ ก้าน ที่สัมพันธ์กับความสุก- แก่หรือในที่นี้ก็คือ อายุวันหลังดอกบาน หรือน้ำหนักแห้งของ เนื้อผลทุเรียน

Kongrattanapert et al.[3] ใช้เทคนิค force Vibration ประมาณความสุก-แก่ของทุเรียนโดยใช้วิธีกระตุ้น ที่บริเวณร่องหนามกลางผลทุเรียนด้วยความถี่ต่ำ และคงที่ (30Hz) แล้ววัดค่าการสั่นสะเทือนที่ส่งผ่านผลทุเรียนด้านหนึ่ง ไปยังฝั่งตรงข้ามอีกด้านหนึ่งของผลโดยใช้ Laser Doppler เป็นตัวรับแล้วแปลงค่าเป็นสัญญาณไฟฟ้าที่สามารถอ่านด้วย ออสซิลอสโคปได้ พบว่า ทุเรียนอ่อนจะมีค่าความถี่ และ

Amplitude น้อยกว่าทุเรียนแก่ Rutpralom et al.[4] ใช้คลื่นไมโครเวฟที่ความถี่ 3GHz วัดความชื้นของทุเรียนแล้วนำไปเปรียบเทียบกับเปอร์เซ็นต์ความแห้งต่อน้ำหนักเพื่อวัดความสุกของทุเรียน Neamsorn and Terdwongworakul [5] วัดเสียงเคาะ และความแข็งแรงของก้านผลทุเรียนที่สัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งเนื้อ ใช้ประเมินความสุกแก่ทุเรียนได้ Pathaveerat et al.[6] นำเทคนิคการวิเคราะห์แบบหลายตัวแปร ที่วัดค่าโดยไม่ต้องทำลายผล ในการตรวจสอบความสุกแก่ของสับปะรดสามารถทำนายความสุกแก่ได้มีความแม่นยำ 75.7 % Jha et al.[7,8] ใช้ Spectrophotometer ในการวัดสีผิวของมะม่วง เพื่อหาปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ และความแน่นเนื้อโดยใช้ค่าของสเปกตรัมที่มองเห็นได้ในช่วงความยาวคลื่น 440 และ 480 nm และยังสามารถพัฒนาโมเดลทำนาย ค่าเฉลี่ยความแน่นเนื้อของการเก็บเกี่ยว ($R^2 = 0.8$) โดยใช้สเปกตรัมที่มองเห็นได้ ช่วงความยาวคลื่น 530-550 nm Wanitchang et al.[9] หาดัชนีการแยกความสุกแก่ของผลแก้วมังกร พบว่าค่าการสะท้อนแสงของผลแก้วมังกรมีค่าสูงสุดในช่วงความยาวคลื่น 550 และ 650 nm และสามารถใช้ในการทำนายค่าความแน่นเนื้อของผลแก้วมังกรได้ Wanitchang et al.[10] สามารถทำนายอายุวันหลังดอกบานของมะม่วงได้ถูกต้อง 95 % โดยใช้ สมบัติ ทางกายภาพ ทางกล และทางแสง ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Discriminant Analysis (DA) และ Pholpho et al.[11] จำแนกความชื้นของลำไยโดยใช้สเปกโตรสโกปีช่วงแสงที่มองเห็นได้ถูกต้อง 100%

อย่างไรก็ตามยังไม่พบว่ามีรายงานการวิจัยที่เกี่ยวกับการวัดสีที่เปลือกของผลทุเรียนเพื่อใช้เป็นตัวบ่งชี้ความสุกแก่ ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งที่เกษตรกรใช้เป็นดัชนีบอกความสุกแก่ของทุเรียน งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโมเดลที่ใช้ในการคัดแยกผลทุเรียนตามความสุกแก่ โดยการประยุกต์ใช้สเปกโตรสโกปีช่วงแสงที่มองเห็นได้ของเปลือกผลทุเรียน ซึ่งเป็นการตรวจสอบแบบไม่ต้องทำลายผลทุเรียน

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 ตัวอย่างทดสอบ

ใช้ผลทุเรียนพันธุ์หมอนทอง จากสวนทุเรียนในจังหวัดนครศรีธรรมราช ทำเครื่องหมายที่ช่อดอกหลังผสมเกสรเพื่อนับอายุวันหลังดอกบาน (Days after anthesis; DAA) สุ่มเก็บผลทุเรียนที่อายุผล 106 113 120 127 134 วันหลังดอกบาน (DAA) ช่วงอายุละ 25 ผลรวมทั้งหมดจำนวน 125 ผล แล้วขนส่งจากสวนโดยรถตู้ปรับอากาศ มาที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม นำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 คืนก่อนทำการวัดค่าการดูดกลืนแสง

2.2. การวัดค่าการดูดกลืนแสง

ผลทุเรียนที่แก่จัด สีที่ปลายหนามจะออกสีน้ำตาลเข้ม สีผลด้านบนจะมันและแห้ง ร่องพูเป็นสีน้ำตาล [12] ซึ่งการที่สีที่เปลือกมีการเปลี่ยนแปลงเป็นตัวแปรหนึ่งที่ใช้เป็นดัชนีชี้วัดความสุก-แก่

นำผลทุเรียน มาวัดค่าการดูดกลืนแสง ด้วยเครื่องมือวัดค่าการดูดกลืนแสง(USB2000 OCEAN OPTIC) ดังแสดงในรูปที่ 1 ใช้แหล่งกำเนิดแสงเป็นหลอดไฟฮาโลเจน 150 W ไฟเบอร์ออปติกและเลนส์ (QP1000-2-UV/VIS) ตัวรับและแปลงสัญญาณ เครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา และหม้อแปลงไฟฟ้า โดยวัดในช่วงความยาวคลื่น 350-750 nm ที่บริเวณเปลือกกลางพูเอก และพูรองอีกสองพูละสามจุด รวมทั้งหมด 9 จุดต่อผล โดยก่อนทำการวัดแต่ละช่วงอายุ จะต้องทำการวัดแท่งเทปลอนสีขาว และดำ ซึ่งใช้เป็นค่า standard reference ในการคำนวณสัญญาณที่วัดได้จากค่าสะท้อนแสงเป็น ค่าการดูดกลืนแสง (absorbance spectra; A_λ) โดยสมการ (1)

$$A_\lambda = -\log_{10} \left(\frac{S_\lambda - D_\lambda}{R_\lambda - D_\lambda} \right) \quad (1)$$

โดยที่ S_λ = Sample intensity at wavelength λ D_λ = Dark intensity at wavelength λ

R_λ = Reference intensity at wavelength λ

2.3. การวัดค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง

ค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง (Percent dry matter; %DM) ได้จากนำเนื้อทุเรียนจากกลางพูของทุเรียนเพื่อเป็นตัวแทนของทั้งผลมาสับให้ละเอียด จำนวน 20 กรัมต่อผลนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 48 ชั่วโมงหรือจนกว่าน้ำหนักคงที่ [13] แล้วคำนวณหาค่า %DM โดยสมการ (2)

$$\%DM = (w_2/w_1)100 \quad (2)$$

โดยที่ w_1 = น้ำหนักเนื้อทุเรียนก่อนอบ (g)

w_2 = น้ำหนักเนื้อทุเรียนหลังอบ (g)

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อแบ่งกลุ่มช่วงอายุ

นำข้อมูล กลุ่มทุเรียน และค่าการดูดกลืนแสงที่เปลือก (A_{λ}) ของผลทุเรียน มาวิเคราะห์สร้างโมเดลจำแนกกลุ่ม โดยใช้ค่าการดูดกลืนแสงเป็นตัวแปรอิสระและกลุ่มทุเรียน เป็นตัวแปรตาม ด้วยวิธีการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม (Discriminant analysis; DA) โดยใช้โปรแกรม SPSS version 11.5 (SPSS Inc., Chicago, USA) ในการวิเคราะห์จะเรียงลำดับ %DM ของตัวอย่างในแต่ละกลุ่มช่วงอายุ DAA จากน้อยไปมากและแบ่งตัวอย่างสลับกันออกเป็นกลุ่มแคลิเบรชันและกลุ่มแวลิดชัน ทั้งนี้เพื่อให้ตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีการกระจายตัวของค่า %DM ใกล้เคียงกัน จากนั้นนำข้อมูลกลุ่มแคลิเบรชันมาวิเคราะห์สร้างโมเดลทำนายแล้วนำโมเดลที่ได้มาทำนายจำแนกกลุ่มโดยใช้ข้อมูลกลุ่มแวลิดชันเพื่อทดสอบความแม่นยำของโมเดล ในการทำนายการจำแนกกลุ่ม

3. ผลและวิจารณ์

3.1 ค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง

ผลการทดลองพบว่า %DM เพิ่มขึ้นตามอายุวันหลังดอกบานที่มากขึ้นดังรูปที่ 2 สอดคล้องกับ Siriphanich [12] ยกเว้นที่อายุ 127 DAA กลับมีค่าเฉลี่ย %DM ลดลงต่ำกว่าที่อายุ 120 DAA มีสาเหตุอาจเนื่องมาจากในช่วงเก็บเกี่ยวมีฝนตกชุกมากทำให้มีความชื้นสูง ในขณะที่ช่วงอายุ 134 DAA ค่าเฉลี่ย %DM เท่ากับ 33.10 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำของผลทุเรียนแก่ [2]

3.2 ค่าสมบัติการดูดกลืนแสง

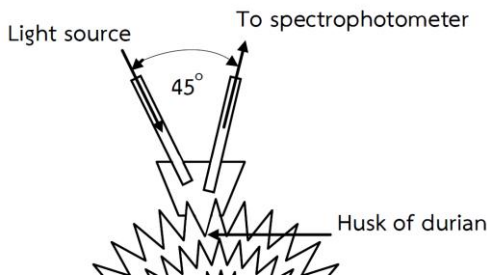
ผลการทดลองพบว่าค่าเฉลี่ยการดูดกลืนแสง(A_{λ}) ที่เปลือกผลทุเรียนอายุ 106 113 120 127 และ 134 DAA ที่ช่วงความยาวคลื่น 350 – 750 nm (ที่ค่าความละเอียดของเครื่องมือวัดเท่ากับ 0.37 nm) ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยที่วัดได้มีค่าเพิ่มขึ้นเป็นลำดับตามอายุวันหลังดอกบาน (รูปที่ 3) 5 ช่วงอายุตั้งแต่ 106 113 120 127 และ 134 DAA สอดคล้องกับกับงานวิจัยของ Timkhum and Terdwongworakul [14] ที่ค่าเฉลี่ยการดูดกลืนแสงที่ปลายหนามของผลทุเรียนพันธุ์หอมทองเรียงตามอายุ DAA ที่ 4 ช่วงอายุคือ 113 120 127 และ 134 DAA การดูดกลืนแสงที่เพิ่มขึ้นขณะทุเรียนมีอายุมากขึ้นแสดงว่าสีทุเรียนมีความสว่างน้อยลงทำให้สะท้อนแสงมากขึ้นหรือดูดกลืนแสงมากขึ้น

3.3 การวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม

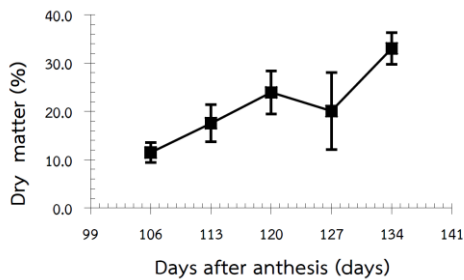
จากผลการวิเคราะห์จำแนกกลุ่มแบบ DA โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่มแคลิเบรชัน (n=65) และกลุ่มแวลิดชัน (n=60) (ตารางที่ 1) ใช้ค่าเฉลี่ยของสเปกตรัมการดูดกลืนแสงที่วัดได้ที่เปลือกผลทุเรียนเรียงลำดับจากน้อยไปมากตาม %DM ของแต่ละช่วงอายุ DAA ความยาวคลื่นที่สำคัญได้แก่ความยาวคลื่นที่ตรงกับช่วงการดูดกลืนแสงของคลอโรฟิลล์ เอ (410, 662 nm) บี (453 nm) [15] ในการวิเคราะห์ช่วงความยาวคลื่นช่วงแสงที่มองเห็นได้ที่ปลายหนามของผลทุเรียน[14] ที่ช่วงความยาวคลื่น 402 และ 687 nm ถูกใช้เป็นตัวแปรทำนาย และ DAA เป็นตัวแปรกลุ่มเลือกตัวแปรเข้าโมเดลด้วยวิธี stepwise ความสามารถในการทำนายกลุ่มทุเรียนของโมเดลได้ผลดัง ตารางที่ 2 โดยสามารถทำนายทุเรียนที่ 5 ช่วงอายุคือ 106 113 120 127 และ 134 DAA ได้ถูกต้อง 66.7 58.3. 100 91.7 และ 100 % ตามลำดับ ความสามารถโดยรวมในการทำนายคือ 83.3 % และจากรูปที่ 4 แสดงว่า function 1 ซึ่งอธิบายความแปรปรวนในข้อมูลได้ 75 % ทำหน้าที่จำแนกทุเรียนกลุ่ม 134 DAA ออกจากทุเรียนกลุ่มที่เหลือได้ ส่วน function 2 ซึ่งอธิบายความแปรปรวนในข้อมูลได้ 22 % มีส่วนร่วมในการทำจำแนกกลุ่มทุเรียนระหว่าง 106 113 120 127 DAA

4. สรุป

การจำแนกความสุก-แก่ของทุเรียนพันธุ์หมอนทองแบบไม่ต้องทำลายผลทุเรียนด้วยสเปกโทสโกปีช่วงแสงที่มองเห็นได้ของเปลือกผลทุเรียน โดยใช้สเปกตรัมการดูดกลืนแสงที่เปลี่ยนแปลงของคลอโรฟิลล์ เอ และ บี ที่เปลือกผลทุเรียน ด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลแบบจำแนกกลุ่ม (DA) สามารถสร้างโมเดลทำนายอายุวันหลังดอกบานได้ถูกต้อง 83.3 % แบ่งออกเป็น 5 ช่วงอายุจาก 106 ถึง 134 DAA



รูปที่ 1 ลักษณะการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่เปลือก



ตารางที่ 1 เปอร์เซ็นต้นน้ำหนักเนื้อแห้งของเนื้อผลทุเรียนแบ่งเป็นกลุ่ม calibration และ validation sets

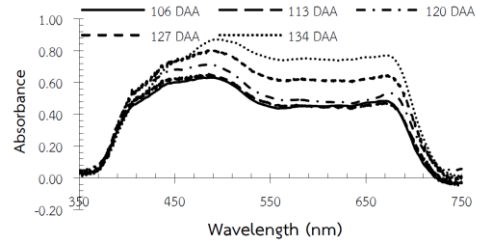
DAA ^a (days)	Calibration(n=65)					Validation(n=60)				
	Min	Max	Mean	SD ^a	n ^a	Min	Max	Mean	SD ^a	n ^a
106	6.27	14.46	10.89	2.19	13	8.99	14.72	12.09	1.86	12
113	10.91	26.12	19.12	3.84	13	8.91	19.93	15.83	3.20	12
120	6.97	30.38	23.46	5.46	13	19.22	31.12	24.42	3.17	12
127	5.13	32.54	18.22	9.98	13	14.47	28.83	22.02	4.63	12
134	29.07	38.06	33.10	2.87	13	27.95	38.97	32.94	3.78	12
106-134	5.13	38.06	20.96	3.10	65	8.91	38.97	21.46	1.01	60

^aDAA=days after anthesis; n=number of durian; SD=standard deviation.

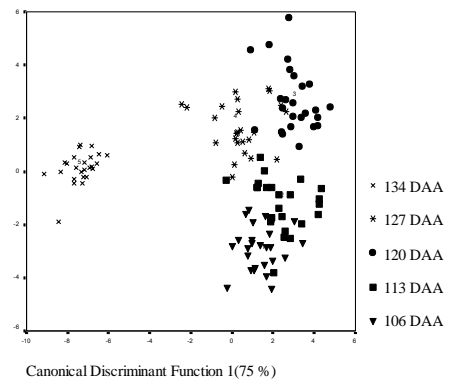
ตารางที่ 2 Classification result ของการแบ่งกลุ่ม

Actual Maturity group	%Correct Classified	Predicted maturity Group					Total
		106	113	120	127	134	
106	66.7	8	4				12
113	58.3	4	7		1		12
120	100.0			12			12
127	91.7			1	11		12
134	100.0					12	12
Total	83.3						60

รูปที่ 2 การเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักรวมของทุเรียนที่อายุวันหลังดอกบาน 106 -134 DAA (error bars represent standard deviations)



รูปที่ 3 ค่าการดูดกลืนแสงของเปลือกผลทุเรียนเรียงลำดับตามอายุวันหลังดอกบาน (DAA)



รูปที่ 4 Scatter plot ของการแบ่งกลุ่มทุเรียน

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการพัฒนาบัณฑิตศึกษาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน ที่ให้การสนับสนุนการวิจัยครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2556). ระบบแสดงข้อมูลด้านสถิติการส่งออกทุเรียนสด, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา <http://www.oae.go.th>, เข้าดูเมื่อวันที่ 24/01/2556.
- [2] สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2546). มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ , มกอช.3 – 2546.
- [3] Kongrattanaprasert, W., Arunrungrusmi, S., Pungsiri, B., Chamnongthai, K., Okuda, M. (2001). Nondestructive maturity determination of durian by force vibration and ultrasonic. *International Journal of Uncertainty Fuzziness and Knowledge-Based Systems*, vol. 9(6), February 2001, pp. 703 – 719.
- [4] Rutpralom, T., Kumhom, P., Chamnongthai, K. (2002). Nondestructive maturity determination of durian by using microwave moisture sensing. *IEEE International Conference on Industrial and Technology (ICIT)*, December, 11–14. Bangkok, Thailand.
- [5] Neamsorn, N., Terdwongworakul, A. (2004). Maturity index of ‘Montong’ durian based on stem strength and acoustic frequency response. *Proceedings of Japan–Thailand Joint Symposium on Nondestructive Evaluation Technology*, May, 18–21. Bangkok, Thailand.
- [6] Pathaveerat, S., Terdwongworakul, A., Phaungsombut, A. (2008). Multivariate data analysis for classification of pineapple maturity. *Journal of Food Engineering*, vol. 89 (2), September 2008, pp. 112 – 118.
- [7] Jha, S.N., Chopra, S., Kingsly, A.R.P. (2007). Modeling of color values for nondestructive evaluation of maturity of mango. *Journal of Food Engineering*, Vol. 78(1), January 2007, pp. 22 - 26.
- [8] Jha, S.N., Kingsly, A.R.P., Chopra, S. (2006). Non-destructive determination of firmness and yellowness of mango during growth and storage using visual spectroscopy, *Biosystems Engineering*, vol 94(3). July 2006, pp. 397 - 402.
- [9] Wanitchang, J., Terdwongworakul, A., Wanichng, J., Noypikat, S. (2010) Maturity sorting index of dragon fruit: *Hylocereus polyrhizus*, *Journal of Food Engineering*, vol. 100(3), October 2010, pp. 409 - 416.
- [10] Wanitchang, P., Terdwongworakul, A., Wanichng, J., Nakawajana, N. (2011). Non - destructive maturity classification of mango based on physical, mechanical and optical properties. *Journal of Food Engineering*, vol. 105(3), March 2011, pp. 477 - 484.
- [11] Pholpho, P., Pathaveerat, S., Srisomboon, P. (2011). Classification of longan fruit bruising using visible spectroscopy. *Journal of Food Engineering*, vol. 104(1), May 2011, pp. 169 - 172.
- [12] Siriphanich J. (2011). Durian(Durio zibethinus Merr.), In: Yahia, EM. (Ed.), *Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruit. Cocona to mango*, Vol. 3. Woodhead Publishing, UK.
- [13] Sangwanangkul, P., Siriphanich, J. (2000). Growth and maturation of durian fruit cv. Monthong. *Thai Journal of Agricultural Science*, vol. 33(1-2), January-April 2000, pp. 75 - 82
- [14] Timkhum, P., Terdwongworakul, A. (2012). Non-destructive classification of durian



maturity of 'Monthong' cultivar by means
of visible spectroscopy of the spine.
Journal of Food Engineering, vol. 112(4),
May 2012, pp. 263 - 267.

- [15] Gross., J. (1987). Pigment in Fruits. Academic
Press, London